

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

HORNICKO – GEOLOGICKÁ FAKULTA

INSTITUT HORNICKÉHO INŽENÝRSTVÍ A BEZPEČNOSTI

**KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ OKD, A.S.,
ZÁVOD ÚPRAVEN**

**THE SLUDGE ECONOMY OF THE OKD, A.S.,
COAL PREP PLANTS**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor : Dalibor Jekielek

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslava KOUDELKOVÁ, Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut hornického inženýrství a bezpečnosti

Zadání bakalářské práce

Student:

Dalibor Jekielek

Studijní program:

B2111 Hornictví

Studijní obor:

2101R013 Těžba nerostných surovin a jejich využívání

Téma:

Kalové hospodářství OKD, a.s., Závod úpraven
The Sludge Economy of the OKD, a.s., Coal Prep Plants

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Uzavřený kalový okruh úpravny Dolu Darkov
3. Těžba a zpracování flotačních hlušín a kalů
4. Možnosti rekultivace území po vytěžení flotačních hlušín a kalů
5. Závěr

Rozsah bakalářské práce 35-50 normostran.

Seznam doporučené odborné literatury:

[RACLAVSKÁ, Helena: *Technologie zpracování a využití kalů z ČOV*. [Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava], 2007. ISBN 978-80-248-1600-5.


ŠTÝS, Stanislav: *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin*. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1981.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jaroslava Koudelková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2016

Datum odevzdání: 28.04.2017


Ing. Jindřich Šancer, Ph.D.
vedoucí institutu




prof. Ing. Jaroslav Dvořáček, CSc.
pověřený vedením fakulty

Prohlášení autora bakalářské práce

- *Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.Pro121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*
- *Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).*
- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>*
- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*
- *Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

V Ostravě dne

Dalibor Jekielek

Anotace

Předkládaná práce se zabývá těžbou a zpracováním flotačních hlušin a kalů a možnostmi následné rekultivace území po vytěžení těchto flotačních hlušin a kalů. Tyto teoretické poznatky pak autor v práci konfrontuje s tím, co zjistil o jednom konkrétním místě, a sice Uzavřeném kalovém okruhu úpravny dolu Darkov, součástí Ostravsko-Karvinských dolů. Poznatky autor dokládá obrázky a tabulkami. Součástí práce je též rozbor tématu Environmentální zátěže související s úpravnickou činností a možná rizika provozování odkališť a s tím související téma Možností rekultivace krajiny po vytěžení flotačních hlušin a kalů.

Klíčová slova

Uhlí, úpravna dolu, Darkov, OKD, kalový okruh, hlušina, flotace, rekultivace území

Annotation

This thesis deals with extraction and processing of flotation debris and sludge and possibilities of subsequent reclamation of the area after extraction of this flotation debris and sludge. These theoretical findings, the author confronts with what he has learned about one particular place, namely the Closed Wastewater Treatment Plant of the Darkov mine, part of Ostrava-Karviná Mines. The author's findings are illustrated by pictures and tables. Part of the thesis is also an analysis of the topic Environmental Impacts related to the Treatment Activity and Possible Risks of Pitfalls and the Related Issue Possibilities of Reclamation of the Landscape after Flotation Dredging and Sludge Extraction.

Keywords

Coal, mine plant, Darkov, OKD, sewage, dump, flotation, land reclamation

ÚVOD	1
1 ZÁKLADNÍ POJMY A CHARAKTERISTIKY	3
1.1 UHLÍ	3
1.2 ZÁKLADNÍ ÚKOLY A OBLASTI TĚŽEBNÍHO PRŮMYSLU	4
1.3 TĚŽBA NEROSTNÝCH SUROVIN	5
1.3.1 Vliv povrchové těžby na životní prostředí.....	5
2 UZAVŘENÝ KALOVÝ OKRUH ÚPRAVNÝ DOLU DARKOV	7
2.1 HLAVNÍ TECHNOLOGICKÉ CELKY PROCESU ÚPRAVY ČERNÉHO UHLÍ	8
2.1.1 Těžkokapalinné odkamenění.....	8
2.1.2 Velkoprostorové zásobníky surového a praného uhlí.....	9
2.1.3 Vodní prádlo.....	10
2.1.4 Expedit.....	11
2.1.5 Hlubinné zásobníky pro příkup cizího uhlí.....	11
2.1.6 Termická sušárna	11
2.1.7 Reflotační linka	12
2.2 PROBLEMATIKA PRODUKCE PP DARKOV	12
3 TĚŽBA A ZPRACOVÁNÍ FLOTAČNÍCH HLUŠIN A KALŮ	14
3.1 SPECIFIKACE ODKALIŠŤ	14
3.2 KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ – NÁDRŽE JEDNOTLIVÝCH ÚPRAVEN.....	14
3.2.1 Paskov	14
3.2.2 Lazy	15
3.2.3 Dukla	16
3.2.4 Jan Karel.....	17
3.2.5 Darkov.....	17
3.2.6 ČSM.....	18
3.3 ENVIRONMENTÁLNÍ ZÁTĚŽE SOUVISEJÍCÍ S ÚPRAVNICKOU ČINNOSTÍ	18
3.3.1 Možná rizika provozování odkališť	19
4 MOŽNOSTI REKULTIVACE ÚZEMÍ PO VYTĚŽENÍ FLOTAČNÍCH HLUŠIN A KALŮ.....	21
4.1 CÍLE REKULTIVACE A SANACE	21
4.2 GEOTECHNICKÁ A FILTRAČNÍ STABILITA	21
4.3 CHEMICKÁ STABILITA.....	22
4.4 BIOLOGICKÁ STABILITA.....	22
4.5 POSTUP PŘI NAVRHOVÁNÍ A REALIZACI SANACE A REKULTIVACE UZAVŘENÝCH A OPUŠTĚNÝCH ÚLOŽIŠŤ	22
4.6 NEJČASTĚJŠÍ PROBLÉMY, KTERÝM JE TŘEBA REKULTIVACÍ PŘEDCHÁZET, NEBO POKUD JIŽ VZNIKLY, SANACÍ ODSTRANIT	23

4.7	INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM A GEOLOGICKÝ PRŮZKUM ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	24
4.8	ÚPRAVY POVRCHU TĚLESA ÚLOŽIŠTĚ	25
4.8.1	<i>Technická etapa</i>	25
4.8.2	<i>Biotechnická etapa</i>	26
4.9	PŘEHLED POUŽÍVANÝCH SANAČNÍCH A REKULTIVAČNÍCH OPATŘENÍ	27
4.10	UZÁVĚRKA ÚLOŽIŠŤ OBSAHUJÍCÍCH NEREAKTIVNÍ HLUŠINY Z TĚŽBY A ÚPRAVY	27
4.11	ODKALIŠTĚ S VODNÍM POROSTEM	28
4.12	ODVODNĚNÁ ODKALIŠTĚ A ODVALY	29
4.13	NAKLÁDÁNÍ S VODAMI A PRŮSAKOVÝCH KAPALINAMI	30
4.13.1	<i>Vodní bilance</i>	30
5	ZÁVĚR	32
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	33
	SEZNAM ZKRATEK	34
	SEZNAM OBRÁZKŮ	35
	SEZNAM TABULEK	36
	PŘÍLOHA 1: UMÍSTĚNÍ DOLU	37

ÚVOD

Hornictví z pohledu těžby a úpravy surovin má staletou a intenzivní tradici. Její výsledkem je vznik povrchových a podpovrchových antropogenních novotvarů horského původu. Podpovrchové novotvary, resp. důlní prostory byly po ukončení hornické činnosti zasypané nebo zalité. Z hlediska možných dopadů na složky životního prostředí závažné riziko představují povrchové úložiště, mezi které patří odvaly a odkaliště. Odvaly (též haldy, výsypky) sloužily k ukládání tuhého těžebního odpadu. Odkaliště se budovaly na zneškodňování jemnozrnného těžebního odpadu, zpravidla hlušiny smíšené s různým množstvím vody, pocházející z úpravy nerostů - úpravnických kalů.

Těžba rudných a nerudných surovin je spojena se znečišťováním životního prostředí a zejména tvorbou různých druhů antropogenního odpadu. Teprve s nástupem nových a účinnějších metod úpravy rud (flotace) došlo k masivnímu nárůstu produkce těžebního odpadu a zejména flotačních kalů deponovaných na odkalištích.

První ověřena písemná zpráva o nálezu uhlí v ostravsko-karvinském revíru pochází již z roku 1763, mapově je však doložena až v roce 1768. Od nálezů uhlí zhruba do 40. let 19. století probíhaly kutací práce a první těžba uhlí na různých místech v oblasti Petřkovic, Polské Ostravy i Karviné. Postupně bylo vyhloubeno velké množství šachtic 30 m (výjimečně až 70 m) hlubokých. Dolovalo se v malých hloubkách, kde postačovalo odvodňování štolami. Rychlé odrubávání slojí nad úrovní odvodňovacích štol vedlo k založení prvních dolů umožňujících těžbu z větší hloubky, z nichž některé existovaly po řadě rekonstrukcí až do 90. let 20. století (např. Anselm v Petřkovicích). V 50. letech 19. století byly založeny první doly na Karvinsku (např. Gabriela, Jan a Karel).

Koncem 19. a počátkem 20. století byly vyhloubeny i nové doly v ostravské (Ignát, Louis, Oskar, Alexandr, Odra), petřvaldské (Ludvík) a karvinské (Václav, Barbora, František) části revíru. Stávající doly byly prohlubovány a byla zahájena těžba v nových stratigrafických horizontech. Průměrná hloubka dolů v roce 1873 činila 240 m, v roce 1928 už 501 m. Ostravské doly byly hlubší nejen proto, že byly vybudovány dříve a těžily málo mocné sloje ostravského souvrství, ale zejména proto, že byly nuceny přecházet až 240 m mocné bez slojové skupiny mořských horizontů Enny a Františky.

Počátkem 2. světové války došlo k velké přestavbě OKR s centralizací těžby na nově vyhloubené doly (např. František 2 v Ostravě - Přívoze, Barbora v Karviné a byla zahájena výstavba nového dolu v Heřmanicích). Po válce došlo k obrovskému rozmachu

geologického průzkumu, na jehož základě byla zahájena výstavba nových dolů na jihovýchodě Karvinska (Suchá-Stonava a ČSM). V šedesátých a sedmdesátých letech byly vybudovány doly Koblov (Dolu Urx), Rychvald (Důl Rudý říjen), Darkov (Dolu 1. máj). Těžba postupovala do větších hloubek (v roce 1934 činila průměrná hloubka dobývání 365 m, v roce 1960 už 457 m, v roce 1990 pak 687 m).

V roce 1990 byl zahájen proces privatizace státního podniku OKD. Na základě novelizovaného zákona o státním podniku č. 111/90 Sb. byla zřízena hospodářská organizace Ostravsko-karvinské doly, státní podnik, Ostrava. Státní podnik byl k 31. 12. 1990 zrušen a právním nástupcem byla zřízena nová hospodářská organizace Ostravsko-karvinské doly, akciová společnost, Ostrava. Jádrem celé restrukturalizace byl rozsáhlý útlum neefektivních těžebních kapacit.

S vývojem kalového hospodářství dochází ke zpracování všech zrnitostních podílů těžného uhlí. Těžba rudných a nerudných surovin je spojena se znečišťováním životního prostředí a zejména tvorbou různých druhů antropogenního odpadu. Teprve s nástupem nových a účinnějších metod úpravy rud (flotace) došlo k masivnímu nárůstu produkce těžebního odpadu a zejména flotačních kalů deponovaných na odkalištích.

1 ZÁKLADNÍ POJMY A CHARAKTERISTIKY

1.1 Uhlí

Podobně jako si člověk vyrobil dřevěné uhlí, příroda za dlouhé, miliony let trvající období, umožnila vznik uhlí různé kvality. Nejvyšší kvalitou a věkově nejstarším uhlím jsou různé druhy černého uhlí, pak jsou mladší druhy hnědého uhlí, lignitu a rašeliny. Tato paliva mají společný název fosilní paliva.

Dřevěné uhlí se vyrábělo v tzv. milířích. Používalo se dřevo z tvrdých stromů, které se poskládalo do jehlanu a zakrylo se vrstvou hlíny, která se udusala. Ve spodní části jehlanu a vrcholku se nechal malý otvor. Dřevo se podpálilo a pomalu hořelo, plyny a vodní pára z něj odcházeli vrchem. Dřevo se v milíři "dusilo", doutnal, ztrácelo nehořlavé látky a nakonec zůstali uhlíky, které představovaly poměrně čistý uhlík. Pokud jednou navštívíte pohoří Vihorlat, na naučné stezce z vrcholu Vihorlatu směrem k Snině najdete milíře. Podobný postup se odehrál i v přírodě...

V dávnověku, který geologové označují jako prvohor, rostly na souši obrovské plavuně a kapradiny. Odumřelé zbytky se hromadily na místě, nebo byly splavovány vodou do mělkých nádrží a následně přikryté nánosy jiných hornin, zejména jílu a písku. Takto nahromaděné vrstvy pravěkých rostlin se postupně dostávali do hloubek země, k čemuž přispěla i sopečná činnost a pohyby zemské kůry. Vlivem zemského tepla a tlaku se rostlinné zbytky pomalu přeměnily na černé uhlí. Vrstvu uhlí nazýváme sloj. V současných dolech se černé uhlí dobývá ze slojí, jejichž tloušťka dosahuje 0,4 až 12 m a nejvyšší uhlí je takové, ze kterého lze v koksárenských pecích získat vysoce výhřevný koks, použitelný při tavbě železných rud ve vysokých pecích. Takové uhlí se nachází v některých slojích Ostravsko-Karvinsku revíru.

V třetihorách na zemském povrchu začaly převládat listnaté i jehličnaté dřeviny. Podobným pochodem se jejich zbytky shromažďovali v mělkých jezerech a jejich rozpadající se kmeny byly základem pro tvorbu hnědého uhlí a lignitu. V nejmladších geologických obdobích i v současnosti můžeme pozorovat vznik rašeliny, která představuje méně hodnotné palivo, v průmyslu téměř nepoužitelné. Sloje hnědého uhlí jsou různé hrubé – od několika centimetrů až po 30 m. Sloje jsou uloženy v menších hloubkách pod povrchem (50-300 m), přístupnější a v nejednom případě se dají získat povrchovým dobýváním v lomu.

Uhlí představuje vlastně zbytky dřevitých částí rostlinstva, které jsou zbaveny převážné části vody, takže převládá hořlavá složka – uhlík. V každém uhlí jsou však nějaké cizí částice. Jde zejména o malé množství arsenu, síry, a jiných nerostných částic, které po spálení zůstávají jako popel nebo odcházejí v kouři.

Energii, kterou v sobě skrývá uhlí, říkáme výhřevnost. Výhřevnost je tím vyšší, čím je uhlí sušší a čím je nižší obsah popela a jiných příměsí. Při spalování uhlí se část jeho energie ztrácí, protože se spotřebuje na zahřívání příměsí. Výhřevnější je černé uhlí, které má velmi nízký obsah vody, je čistší a má i méně popela. Hnědé uhlí a lignit jsou na tom hůř – jde o mladší uhlí, které neprošlo takovým dlouhým procesem vzniku, jako uhlí černé, a proto je i horší a v hutním procesu málo použitelné. [6]

1.2 Základní úkoly a oblasti těžebního průmyslu

Mezi základní úkoly těžebního průmyslu řadíme:

1. Zajištění surovinové základny (geologický výzkum, vyhledávací průzkum)
2. Kvantifikace ložisek (ložiskový průzkum)
3. Produkce nerostných surovin pro trh (těžba a úprava nerostných surovin)
4. Doprava od výrobce ke spotřebiteli (doprava a manipulace se surovinami)
5. Zajištění surovin z cizích zdrojů (mezinárodní obchod)
6. Využívání, realizace hodnoty nerostné suroviny (spotřeba nerostných surovin)

Těžební průmysl se rozděluje na následující oblasti:

1. geologický průzkum ložisek
2. otevření, příprava a dobývání ložisek
3. úprava, tažení užitkových nerostů
4. odbyt výrobků.

Geologický průzkum se rozděluje na:

1. Geologický výzkum, který je zaměřeno na geologické studie dané oblasti.
2. Vyhledávací průzkum v sobě zahrnuje práce související s objasněním hlavních rysů ložiskových těles (konturování ložisek, geomechanické, technických a jakostních vlastností atd.).
3. Předběžný průzkum, který objasňuje geologické a prostorové rozložení ložiska nerostných surovin. Cílem předběžného průzkumu je získání údajů o použitelné technologii a ekonomice využívání nerostných surovin.

4. Podrobný průzkum, který objasňuje kvalitativní a technologické vlastnosti nerostné suroviny, hydrogeologické poměry a další údaje potřebné pro plánování výstavby těžebního závodu.

Otvírku, přípravu a dobývání ložisek rozdělujeme do dvou základních kategorií:

1. Otvírka povrchových ložisek
2. Otvírka hlubin ložisek

Úprava těžených užitkových nerostů může mít následující podoby:

1. Úprava fyzikální
2. Úprava fyzikálněchemická
3. Úprava hydrometalurgická
4. Úprava pyrometalurgická

Odbyt nerostů se realizuje dle požadavků na domácím nebo zahraničním trhu. V tomto případě mluvíme o odbytu na domácím trhu nebo exportu. [6]

1.3 Těžba nerostných surovin

Těžbu nerostných surovin lze obecně rozdělit na dvě kategorie:

- povrchová,
- hlubinná.

Každá z nich má z hlediska vlivu na životní prostředí svá specifika. [6]

1.3.1 Vliv povrchové těžby na životní prostředí

Důležitými faktory, které ovlivňují povrchovou těžbu, jsou poloha ložiska, tvar a mocnost, množství zásob nerostů a v neposlední řadě geneze ložiska. Z ekonomického a technologického hlediska hraje rozhodující roli mezní hloubka dobývání, která rozhoduje, zda je ložisko výhodnější těžit povrchově nebo hlubinným způsobem.

Povrchové způsoby těžby mají v porovnání s hlubinnými metodami řadu výhod, např. vysoká výrubnost ložiska, vyšší produktivita, lepší možnost selektivní těžby, vyšší bezpečnost a hygiena práce a lepší pracovní podmínky. Mezi nevýhody povrchové těžby patří vysoký stupeň technogenní transformace těžebního území, který se projevuje výraznou devastací nejen prostoru samotného lomu a výsypek, ale také změnami v celém okolním prostoru.

Jde o změny:

- litosféry (změna reliéfu, nadmořské výšky, charakteru horninového prostředí),
- atmosféry (změny klimatických veličin a ovlivňování kvality vzduchu),
- hydrosféry (negativní transformace hydrologického režimu),
- pedosféry (degradace půdy - vysušení, zamokření, kontaminace vodou nebo vzduchem; destrukce půdy zavalením samotného ložiska, výsypky),
- biosféry (degradace až úplná destrukce neživých a živých složek ekologických systémů - fytocenózy, zoocenózu, mikrobiálního cenózy. [6]

2 UZAVŘENÝ KALOVÝ OKRUH ÚPRAVNÝ DOLU DARKOV

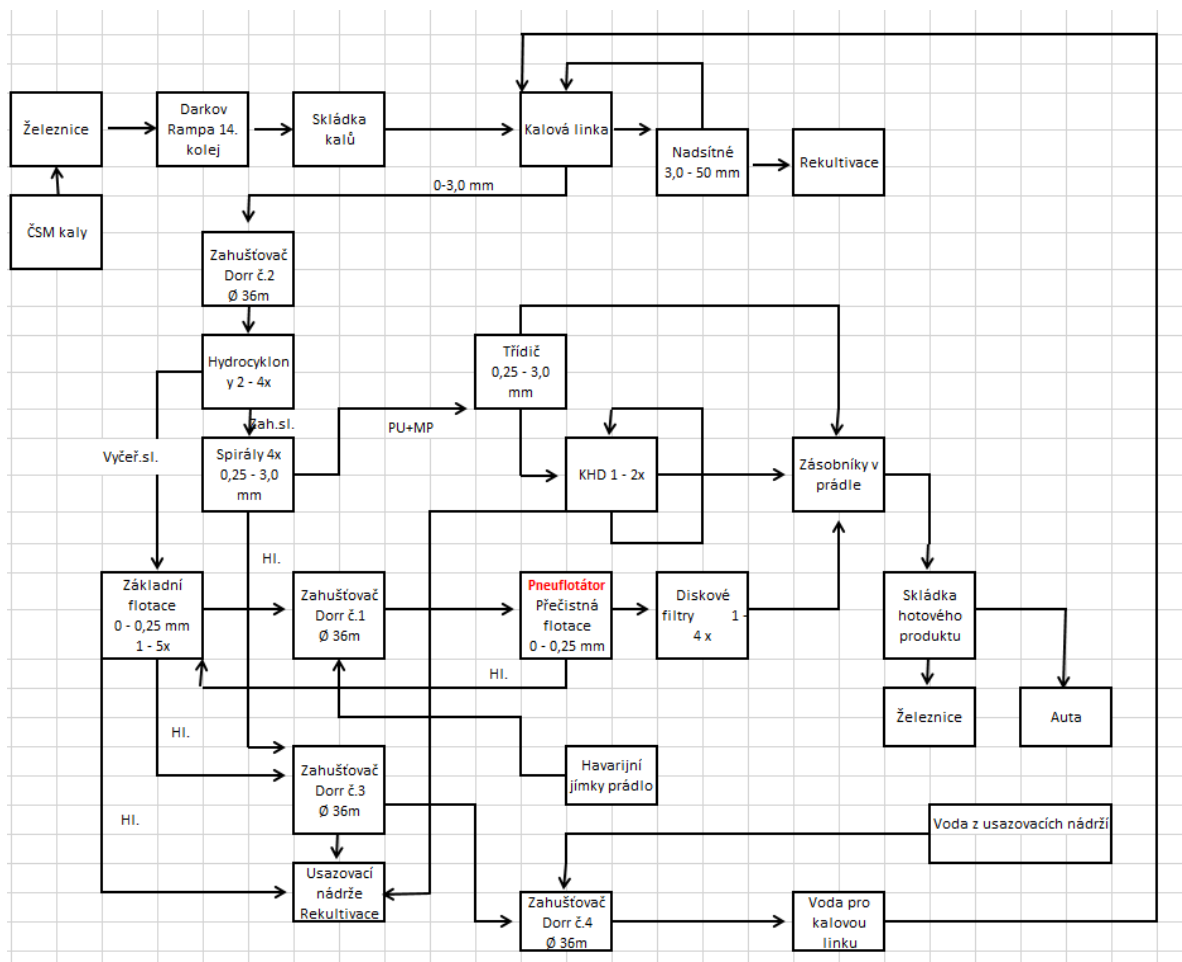
Provoz úpravný uhlí Darkov zajišťuje zpracování surové těžby nejen z lokality Dolu Darkov, ale i Dolu ČSM a Dolu Karviná. Technologie modifikace černého uhlí je modifikována výběrovému zpracování koksovatelného a energetického uhlí inkusivně expedice. [1]



Obrázek 1 Důl Darkov [1]

Původně byly na úpravně spravovány samostatně 2 linky pro zpracování uhelných kalů. Prvkem 1. linky byly: uhelný Dorr č. 1, 4 hydrocyklony reflowace, spirály, 5 flotátorů, 4 vakuové filtry s vývěvami, 1 ks odstředivky KHD a příslušné jímky, čerpadla a propojovací potrubí. Prvkem 2. linky byly: uhelný Dorr č. 2, 4 hydrocyklony, spirály, 5 flotátorů, 4 vakuové filtry s vývěvami a příslušné jímky, 4 odstředivky KHD, čerpadla a propojovací potrubí.

Nově byly provedeny některé úpravy. Na 2. lince se uskutečňuje základní filtrace. Baterie 4 hydrocyklonů byla rozšířena na 5. 1 flotátor z 1. linky byl přepojen potrubím do baterie flotátorů 2. linky. 4 flotátory 1. linky pracují pro přečistnou flotaci. Do jednotlivých potrubí byly doplněny průtokoměry a elektro-šoupátka pro doplňování okruhu přečistné flotace vodou.



Obrázek 2 Blokové schéma reflowace kalů bez těžby z dolu [1]

Pozn.: Výkon:(Vsázka) 1000 tun / den, Výnos 50 %, Výroba 500 tun / den

2.1 Hlavní technologické celky procesu úpravy černého uhlí

2.1.1 Těžkokapalinné odkamenění

Těžba z lokality byla dopravována na skipokomplex Mír 4 Dolu Darkov. Surová těžba ze skipového těžení byla vedena samostatnými linkami na provozní celek odkamenění. Průměrný výkon každé z obou linek byl 800 Mg za hodinu. Při procesu odkamenění bylo možno upravovat dva druhy uhlí (energetické, koksové). Surové uhlí o frakci 0-500 mm bylo ze skipového zásobníku vynášeno článkovým dopravníkem (šířka 1600 mm) a následně soustavou dopravních pásů (šířka 1400 mm) na dva třídiče HRI (propad částic o velikosti maximálně 300 mm). Uhlí o velikosti menší než 300 mm pokračovalo na třídič Scalpeur s propadem částic o velikosti maximálně 40 mm (třídění za sucha) a na dvě síta N-64 (třídění za sucha i za mokra). Nadsítná frakce, po odstranění nežádoucích příměsí (železo, dřevo), směřovala do těžkokapalinného rozdužovače

Drewboy, který měl průměr kola 5350 mm a výkon 350 Mg za hodinu. Z rozdružovače vycházely jako konečné produkty kámen (o velikosti frakce 40–300 mm) a směs praného uhlí 15 (meziprodukt). Kámen byl uložen na venkovní skládku a podle způsobu jeho využití byl dále dotřídován na vibračních třídících HRI. Využívala se nejčastěji na asanační práce. Směs praného uhlí se drtil na částice o velikosti menší než 40 mm a společně s podsítnou frakcí třídících surového uhlí bylo dopraveno soustavou pásových dopravníků do velkoprostorových zásobníků surového uhlí. Využívalo se přednostně k expedici. [1]



Obrázek 3 Těžkokapalinový rozdružovač Drewboy [1]

2.1.2 Velkoprostorové zásobníky surového a praného uhlí

Surové uhlí o velikosti částic od 0 do 40 mm (koksové i energetické) bylo selektivně dopravováno z obou linek odkamenění do velkoprostorových zásobníků surového uhlí. Koksovatelné uhlí se skladovalo ihned po odkamenění. Energetické uhlí bylo nejprve dopraveno na 4 vibrační tříděče N-62, kde docházelo k dotřídění energetického prachu. Surový energetický prach (frakce 0–20 mm) a nadsítná část (frakce 20–40 mm) byly skladovány odděleně. Energetický prach byl dopravován pomocí

pásových dopravníků k nakládce na expedit a nadsítná část byla před expedicí ještě podrcena. [1]

2.1.3 Vodní prádlo

Vodní prádlo – hrubá část Surové koksovatelné uhlí (frakce 0,35 - 40 mm) bylo rozdrůžováno na 4 modernizovaných sazečkách OM-24, z nichž se získávají jako výsledné produkty – prané uhlí, meziprodukt (proplástek) a hlušinu. Prané uhlí – bylo zbavováno vody na sítích N-64, sítích OSO (průměr 2,4 m) a odstředivkách HVO-1400. Dále bylo prané uhlí dopraveno pásovými dopravníky do zásobníků. [1]

Meziprodukt (proplástek) - po odvodnění na vibračním síti byl drcen v kladivovém drtiči KMR 1250 x 1250, dopraven do zásobníků určených pro meziprodukt a následně expedován. Hlušina – po procesu rozdrůžení na sazečkách je dopravena pásovými dopravníky přímo do zásobníků na odvale. [1]

Vodní prádlo - jemná část Mezi základní technologické zařízení, které zabezpečovalo správný proces úpravy černého uhlí ve fázi vodního prádla - jemná část patřila: - zahušťovače Dorr (průměr 36 m, objem 3100 m³) - flotační baterie (VF 8,5 - volně průtočné, objem 42,5 m³) - podtlakové kotoučové filtry (38 KL 8, filtrační plocha 160 m² / 1 ks) - odstředivky KHD (výkon 30 - 40 Mg za hodinu). Surové uhelné kaly byly po procesu odkalení na obloukových sítích před sazečkami a následné kontrole zahuštěny v kruhovém zahušťovači a následně čerpány do třídících hydrocyklonů. Zde docházelo k rozdrůžení hrubozrnné frakce na spirálách, kdežto vyčerená složka se využívala k flotaci. Uhlenný koncentrát byl odvodňován na odstředivkách a na vakuových diskových filtrech. Takto odvodněný uhelný koncentrát byl dopravován reverzním pásovým dopravníkem společně s výše zmíněným praným uhlím do zásobníků nebo do bubnové sušárny. Po vysušení se přidával k expedovanému pranému uhlí. Balastní podíly z flotátorů (flotační hlušiny) a ze spirál byly zahuštěny v Dorrech a následně naplavovány do lokality Pilňok v rámci rekultivace. [1]



Obrázek 4 Spirálové rozdružovače [1]

2.1.4 Expedit

Jedná se o budovu, kde docházelo k nakládání, skladování a následné expedici praných produktů. Byly zde umístěny nakládací koleje vybaveny tenzometrickou váhou. [1]

2.1.5 Hlubinné zásobníky pro příkup cizího uhlí

Zde docházelo k ukládání tzv. cizího uhlí do zásobníků. Maximální přípustná zrnitost tzv. “cizího uhlí“ je 150 mm. [1]

2.1.6 Termická sušárna

Termická sušárna pracovala na souproudém principu, při němž spaliny degazačního plynu prostupovaly sušícím bubnem společně s vysušovaným materiálem. Sušící buben měl průměr 4 m a jeho délka byla 30 m. Průměrný výkon sušárny při sušení uhelných kalů byl 50 Mg za hodinu, při sušení flotokoncentrátu 80 Mg za hodinu. Ovšem výkon termické sušárny byl závislý na množství a kvalitě degazačního plynu z dolu. [1]

2.1.7 Reflotační linka

Reflotační linka sloužila k zpracování uhelných kalů ze sedimentačních nádrží Dolu ČSM. Nedílnou součástí této linky byly třídící hydrocyklony, jejichž úkolem bylo oddělení hrubozrnného podílu od nížepopelnatých uhelných zrn. Hrubozrnné podíly byly rozduřovány na spirálách a nížepopelnatá uhelná zrna se pomocí čerpadel dopravovala do kalového okruhu úpravy uhlí, ke zpracování ve flotátorech. [1]

2.2 Problematika produkce PP Darkov

Tabulka 1 Průměr denní produkce PP [1]

měsíc	tuny	A ^d vsázka %
08/2015	554,8	34,5
09/2015	751,7	37,1
10/2015	873/7	36,1

Tabulka 2 Vývoj popelnatosti flotačních koncentrátů [1]

měsíc	A ^d %	A ^d %
08/2015	7,0-11,4	Ø 9,2
09/2015	5,9-14,0	Ø 10,0
10/2015	8,3-15,1	Ø 11,7

Tabulka 3 Popelnatost koncentráту z odstředivek SVS [1]

	A ^d %
Sever, Lazy, ČSM	6,0
selektivní zpracování Jihu	18,8

Tabulka 4 Podíl výnosu PP na vsázce do prádla [1]

měsíc	A ^d %
08/2015	4,1
09/2015	5,2
10/2015	6,2

S narůstající popelnatostí vsázky do vodního prádla Darkov roste popelnatost flotačního koncentrátu. Při navyšujícím se podílu těžby ve vsázce z Jižního oddělení (těžba ČSA) a jeho výběrovém zpracování se dospívá k přemrštěným kolísáním kvality na odstředivkách SVS, v které době popelnatost vyrobeného produktu dosahuje hodnoty až 18,8 % A^d (podíl PP k vyrobenému pranému uhlí až 12 %). S narůstající popelnatostí koncentrátu roste podíl PP ke vsázce do prádla (4,1-6,2%). Vzhledem k tomu, že veškeré kalové okruhy úpraven OKD byly navrhovány pro dvou-produktové rozdělování, je nezbytné realizovat následující opatření:

1. realizace přečistné flotace – dvou-produktové rozdělování vystřídáno tří-produktovým
2. konstrukční adjustace rozdělovacích spirál - zvětšení hlušinového pole na výstupu ze spirál
3. technickoorganizační opatření – při výrobě UVPK Košice, Linz odklánět cca 40% UVPK frakce 1-20 mm, toto prané uhlí pak přikládat do UVPK NHO a snížit tak množství odkloněného PP
4. snížení popelnatosti hrubých kalů řešit jejich dalším rozdělením na v současných době nevyužívaných spirálách 1. linky
5. nasazení flotačního činidla Montanol 551, které je méně razantní avšak s vyšší spotřebou na 1 tunu vsázky do flotace [9]

3 TĚŽBA A ZPRACOVÁNÍ FLOTAČNÍCH HLUŠIN A KALŮ

3.1 Specifikace odkališť

Podle zákona je odkaliště definováno jako přírodní nebo uměle vybudované zařízení na zneškodňování jemnozrnného těžebního odpadu, zpravidla hlušiny smíšené s různým množstvím vody pocházející z úpravy nerostů a z čištění nebo recyklace vody z provozu. [7]

Odkaliště, na které se odpad ukládá hydraulickým způsobem, a jsou vytvořeny hrázovým systémem, jsou považovány za vodní stavby, které vyžadují odborný technickobezpečnostní dohled. Tento dohled nad vodními stavbami je specializovaná činnost zaměřená na zjišťování technického stavu vodních staveb, jejichž poškození může způsobit ohrožení přilehlého území, životů lidí a majetku, zejména uvolněním vzdouvání nebo zadržované vody [2]

3.2 Kalové hospodářství – nádrže jednotlivých úpraven

3.2.1 Paskov

Tabulka 5 Nádrž úpravny Paskov [1]

Nádrž	Kapacita (tis. m ³)	Plocha (ha)	Stav odkaliště
Odval B	800	12,0	Uloženy flotační hlušiny, slouží jako havarijní nádrž. V závislosti na ukončení činnosti úpravny Paskov bude rekultivován.
Pílik 1	101,4	5,0	Rekultivován, probíhá biologická rekultivace
Pílik 2	116,6	5,83	Rekultivován, probíhá biologická rekultivace
NP 1	800	13,76	Zaplňen flotačními hlušinami. Připraven k rekultivaci na veřejnou zeleň
Pílik 3	520	7,5	Utěsněn foliemi, určen k ukládání flotačních hlušin
Pílik 4	200	6,72	Dočišťovací nádrž, vodní plocha
Pílik 5	200	6,1	Dočišťovací nádrž, vodní plocha

3.2.2 Lazy

Tabulka 6 Nádrž úpravny Lazy [1]

Nádrž	Kapacita (tis. m ³)	Plocha (ha)	Stav odkaliště
Na odvale:			
D 4	30	0,81	Cyklická nádrž
D 5	30	1,3	Cyklická nádrž
D 6	37	1,3	Cyklická nádrž
Svojsíkovo údolí D 7	80	4,0	Tyto nádrže jsou pod souhrnným názvem Svojsíkovo údolí rekultivovány na části plochy již probíhá lesnická rekultivace
D 1, 2	105	3,5	
D 3	155	2,54	
Gdyně A1	270	8,4	Vodní plocha
Gdyně A2			
Gdyně B1	30	1,8	Cyklické nádrže
Gdyně B2			
Provizorní D8	71	2,2	V současné době vodní plocha, která slouží jako havarijní nádrž, bude dále provozována.

3.2.3 Dukla

Tabulka 7 Nádrž úpravny Dukla [1]

Nádrž	Kapacita (tis. m ³)	Plocha (ha)	Stav odkaliště
Carbol	500	8	Určena pro plavení flotačních hlušín
Malé nádrže:			
č. 1	7	0,41	Cyklické nádrže, není provoz.
č. 2	9	0,54	
č. 3	9,5	0,57	
č. 4	8,0	0,47	
č. 5	9,5	0,57	
Nádrže na sušance:			
1	70	1,7	Dočišťovací nádrže
2	100	2,4	
3 a	86	2,1	II. čištění odpadních vod
3 b	147	3,5	
3 c	120	2,0	
4 a	140	3,7	nádrž mimo provoz
4 b	133	3,2	nádrž mimo provoz

3.2.4 Jan Karel

Tabulka 8 Nádrž úpravny Jan Karel [1]

Nádrž	Kapacita (tis. m ³)	Plocha (ha)	Stav odkaliště
Hlubina	1 300	14	Rekultivována
Pohraniční kolonie	1 600	8	Určena k plavení flotačních hlušín, pak bude následovat její rekultivace
Doubrava 1	2 100	45	Původní odkaliště 1. čistícího stupně, plavení flotačními hlušínami, v současné době je nádrž odtěžována pomocí sacích bagrů. Nádrž je vyňata z vodohospodářských děl.
Doubrava 2	150	6	Původně dočišťovací nádrž II. stupně, nyní I. stupně
Doubrava 3	150	11,8	Původně dočišťovací nádrž III. stupně, nyní II. stupně
Doubrava 4	100	6	Čerpací stanice vratné vody, tak slouží i v současnosti k přečerpávání vody do Doubravy I-eliminace úbytku v Doubravě I

3.2.5 Darkov

Tabulka 9 Nádrž úpravny Darkov [1]

Nádrž	Kapacita (tis. m ³)	Plocha (ha)	Stav odkaliště
Mokroš	320	16,7	Vodní plocha
Pilňok	5 000	51,7	Vodní plocha, I.čistící stupeň,částečná rekultivace
Nový York	2 400	24,7	V současné době je již mimo provoz
Park Zd. Nejedlého	979	18,2	Vodní plocha, II. čistící stupeň
Solca 1, 2		8	Solca 1 již proběhla rekultivace, Solca 2 již proběhla rekultivace

3.2.6 ČSM

Tabulka 10 Nádrž úpravny ČSM [1]

Nádrž	Kapacita (tis. m ³)	Plocha (ha)	Stav odkaliště
A – nádrž	1 200	10,5	Sloužila pro odpopílkovací vody, v současné době je rekultivována, slouží pro ukládání struskových směsí z teplárny
BC	1 400	11,0	I. čistící stupeň, v současné době je těžena, bude nadále sloužit pro ukládání flotačních hlušin
E	115	4,6	Dočišťovací nádrž celé soustavy
F	1 560	24,3	Naplněna flotačními hlušinami, předpokládá se její rekultivace
G	1 600	25,3	Je plněna flotačními hlušinami
PDN			Pomocná dočišťovací nádrž
H – H ₁ a H ₂			V současné době H ₁ zaplněna flotačními hlušinami
H ₂			Připravena k naplavení flotačními hlušinami

3.3 Environmentální zátěže související s úpravnickou činností

Definováním environmentálních zátěží jako území, kontaminovaných antropogenní činností člověka, které představují závažné riziko pro lidské zdraví nebo horninové prostředí, podzemní vodu a půdu, se odkaliště zařadili mezi takové environmentální zátěže.

Pro zajištění shromažďování údajů a poskytování informací o environmentálních zátěžích byl vytvořen Informační systém environmentálních zátěží (IS EZ). Jeho Prvkem je i Registr environmentálních zátěží (REZ). Registr environmentálních zátěží slouží k zajištění sběru údajů a poskytování informací o environmentálních zátěžích veřejnosti.

Sestává ze tří částí:

- část A – obsahuje evidenci pravděpodobných environmentálních zátěží,
- část B – obsahuje evidenci environmentálních zátěží,
- část C – obsahuje evidenci sanovaných a rekultivovaných lokalit.

Připravuje se i čtvrtý registr, část D – environmentální zátěž vyřazena z registrů. [2]



Obrázek 5 Graf kategorizace odkališť po hornické a úpravnického činnosti [2]

3.3.1 Možná rizika provozování odkališť

Problematika odkališť se dostala do povědomí širší veřejnosti po havárii odkaliště v Maďarsku, v Ajce, kde se v říjnu 2010 protrhla hráz odkaliště a následně do okolí vytekl toxický červený kal. V souvislosti s touto havárií byla na území České republiky realizována kontrola technickobezpečnostního stavu odkališť příslušnými státními orgány. Z medializovaných výsledků vyplynulo, že většina odkališť je bezpečná a nepředstavuje hrozbu pro životy, zdraví lidí a životní prostředí. Do skupiny kontrolovaných odkališť patřily odkaliště související nejen s těžební a úpravnickou činností, ale také ty, které slouží na ukládání škváry a popílků z elektráren, tepláren a z jiných průmyslových činností. [8]

Existence odkališť jako úložišť deponovaných flotačních kalů je spojena s určitými riziky. Tyto souvisejí s technickým řešením, resp. stavbou samotného odkaliště, možným poškozením konstrukce odkaliště. Extrémním případem je samozřejmě přetržení hráze. Nepříznivý vliv mohou mít i extrémní povětrnostní podmínky a možná seismická aktivita. Další skupinu rizik představují fyzikálně-chemické vlastnosti ukládaného materiálu, s nimiž souvisí i jejich mobilita do okolního prostředí, což se následně může negativně projevit dopady na další složky životního prostředí. Sledování environmentálních zátěží ze strany příslušných státních orgánů se v současnosti věnuje značná pozornost.

Sedimenty odkališť se obecně považují za perspektivní sekundární suroviny na získávání užitkových složek, zejména kovů a pro využití jako stavební materiály. Dosavadní publikované výsledky výzkumu však tyto možnosti jednoznačně nepotvrzují. Vzhledem na skutečnost, že přemístění některých druhů materiálů (z odkališť, kde jsou deponovány flotační kaly ze zpracování siřníkové rudy) může zapříčinit oxidační, případně následné chemické procesy nejen ukládaného materiálu, ale také v samotném odkališti, se jejich zhodnocování nedoporučuje. [2]



Obrázek 6 Flotační linky – flotátory [1]

4 MOŽNOSTI REKULTIVACE ÚZEMÍ PO VYTĚŽENÍ FLOTAČNÍCH HLUŠIN A KALŮ

4.1 Cíle rekultivace a sanace

Technologii rekultivace je třeba vždy navrhovat s ohledem na budoucí využívání území (průmyslové, zemědělské, lesnické, rekreační a jiné). Základem rekultivace je vytvoření nového povrchu, proto již ve fázi návrhu je třeba vědět, způsob budoucího využití okolí rekultivované území. Tato skutečnost má kromě vlastních technických a technologických podmínek vliv i na volbu technického způsobu rekultivace či sanace.

Rekultivací se musí zajistit dlouhodobě vyhovující charakteristiky těles odvalů a odkališť v těchto kategoriích:

- 1) geotechnické (fyzikální) stabilita úložiště převyšujícího původní úroveň terénu,
- 2) chemická a filtrační stabilita,
- 3) biologická stabilita,
- 4) zamezení nebo minimalizace jakýchkoliv dlouhodobých negativních účinků, které by mohly vyplývat zejména z migrace znečišťujících látek z úložiště ovzduším, podzemními vodami nebo povrchovými vodami.

Sanací se zabezpečuje odstranění nebo fixování nebezpečných látek, které unikají, nebo mají potenciál unikat do prostředí mimo tělesa úložiště, nebo snížení jejich koncentrace na přípustnou míru. [3]

4.2 Geotechnická a filtrační stabilita

Geotechnických a filtrační stabilita zahrnuje:

- stabilitu hrází odkališť a jejich podloží,
- stabilitu svahů odkališť a odvalů,
- filtrační stabilitu materiálů konstrukce hráze a odkaliště - odolnost vůči sufózii,
- odolnost vůči potenciálním geodynamickým jevům a zvětrávání (zemětřesení, eroze - vodní, větrná, chemická, mrazová a jiná, zvětrávání a geodynamické jevy, povodně, svahové pohyby apod.),
- účinky stavebních zásahů, otřesů (např. Dopravních), poddolování, účinky vegetace, živočichů a nepovolaných osob,

- režim podzemních a průsakových vod, úrovně hladin, rychlosti proudění (gradienty), vývěry v hrázi, na vzdušné patě a v předpolí hráze a svazích. [3]

4.3 Chemická stabilita

Chemická stabilita zahrnuje:

- chemickou stabilitu materiálů konstrukce hráze a odkaliště, agresivní účinky ukládané hlušiny a její výluhů,
- chemismus podzemních vod a průsakových kapalin a jeho časové změny, ovlivnění podzemních a povrchových vod v širším okolí odkaliště nebo odvalu,
- odolnost vůči uvolňování tuhých, tekutých a plynných emisí do okolí,
- odolnost vůči tlení a hoření,
- zabránění pronikání polutantů do prostředí pod odkaliště a jeho následující degradaci, včetně povrchových a podzemních vod. [3]

4.4 Biologická stabilita

Biologická stabilita zahrnuje přírodní, vyvážený ekosystém, typický pro danou oblast a / nebo vysazení biologicky rozmanitého přirozeného prostředí, nebo takový stav, aby se podpořila přirozená obnova. [3]

4.5 Postup při navrhování a realizaci sanace a rekultivace uzavřených a opuštěných úložišť

O konečném využití povrchu úložiště těžebního odpadu je třeba rozhodnout v dostatečném časovém předstihu před uzavřením úložiště, aby bylo možné vypracovat projekt odpovídající rekultivace a aby se plánovanému využití přizpůsobilo i překrytí úložiště. Rekultivace úložiště může být postupná, během provozu nebo definitivní po skončení provozu. Výsledkem definitivní rekultivace má být opětovné včlenění území úložiště do země s minimálním vlivem na jednotlivé složky životního prostředí. Rozsah a požadavky na rekultivaci závisí od budoucího využití území úložiště, který může být:

- na parkové, sportovní a rekreační účely,
- pro zemědělské účely,
- na lesnické účely,
- pro jiné účely.

Kromě plánovaného způsobu využití území projekt rekultivace také zohledňuje potenciální vlivy uzavřeného a rekultivované úložiště na složky přírodního prostředí chráněné zvláštními předpisy.

Návrh uzavření a rekultivace úložiště se vypracovává na základě vyhodnocení dokumentace odkaliště, kterou obvykle tvoří projekty, etapové zprávy a souhrnné etapové zprávy o výkonu dohledu nad vodní stavbou (týká se odkališť), písemné záznamy z prohlídek úložišť, pasporty nebo jiné doklady o opravách a rekonstrukcích, provozní deníky, fotografická dokumentace a rozhodnutí orgánů státní správy. V rámci návrhu uzavření a rekultivace úložiště se hodnotí bezpečnost v jednotlivých etapách jeho výstavby a provozu, dokumentuje se jeho vliv na blízké i vzdálenější okolí, určí se způsob jeho uzavření a rekultivace, případně možnosti druhotného využití deponovaných odpadů. [3]

V rámci přípravy rekultivace odkaliště nebo odvalu je třeba za základě vyhodnocení uvedených podkladů navrhnout opatření zaměřená na:

- minimalizaci dlouhodobých účinků na životní prostředí v okolí odkaliště (chemická stabilita),
- zaručení dlouhodobé bezpečnosti a stability hrází a tělesa odkaliště (geotechnických stabilita),
- včlenění do přírodního prostředí (biologická stabilita). [3]

4.6 Nejčastější problémy

Zde uvádím nejčastější problémy, kterým je třeba rekultivací předcházet, nebo pokud již vznikly, sanací odstranit. V této kapitole můžeme hovořit o následujících problémech:

- geomechanické - deformace povrchu tělesa úložiště, geodynamické jevy, narušená statická a dynamická stabilita odkaliště nebo odvalu jako celku, tak i jednotlivých svahů a objektů, deformace hráze a tělesa odkaliště a jeho hlavních objektů, poklesy, trhliny v hrázi a svazích okolí odkaliště, deformace podloží hráze odkaliště, sufóze, degradace fyzikálně-mechanických vlastností stavebních materiálů hráze odkaliště a jejich změny v čase;
- hydrogeologické - změny hladin a režimu proudění podzemních vod, deformace povrchu v důsledku odvodnění nebo podmáčení, funkčnost a stav ochranných

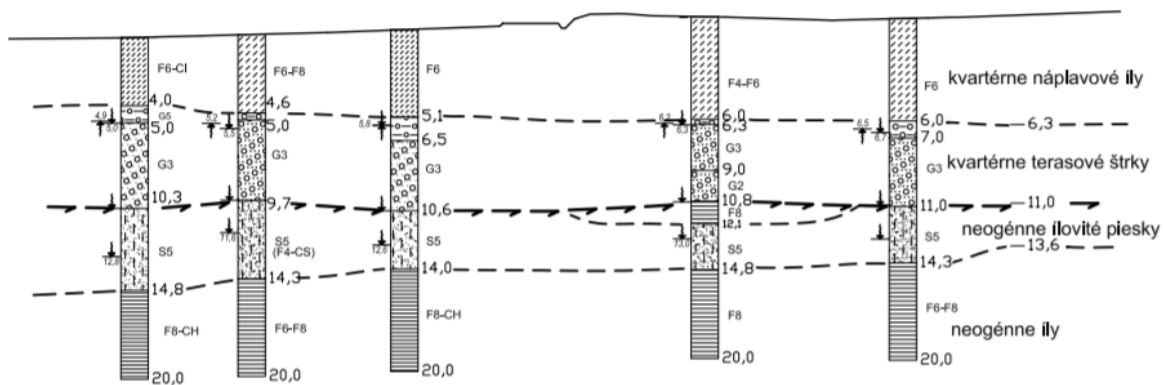
drenážních a těsnících prvků odkaliště nebo odvalu a jeho podloží, nežádoucí průsaky;

- geochemické a hydro-geochemické - vynášení nebezpečných látek na povrch, tvorba kyselých vod a nebezpečných průsakových kapalin, únik průsakových kapalin, emise plynů, znečištění podzemních a povrchových vod a následná kontaminace horninového prostředí (zemin);
- fyzikálně-mechanické - emise prachu a aerosolů, větrná eroze, tlení a hoření;
- jiné - škody na flóře a fauně, vizuální aspekty. [3]

4.7 Inženýrskogeologický průzkum a geologický průzkum životního prostředí

Když není k dispozici dostatek údajů o úložišti potřebných pro vypracování projektu rekultivace nebo sanace, je před samotnou rekultivací nebo sanací třeba provést inženýrskogeologický průzkum a / nebo geologický průzkum životního prostředí⁹ a na něj navazující monitoring. Rozsah a druh geologických prací se navrhuje individuálně podle specifických podmínek úložiště¹⁰. Na základě informací z průzkumu se posoudí charakter materiálu, ze kterého je úložiště vytvořeno, provede se petrografické ověření složení hornin, stanovení obsahu nebezpečných látek, stanovení potenciálu tvorby kyselin¹¹ nebo zásad, termických procesů, uvolňování plynů, zpřesnění litologie a geomechanické vlastností materiálu úložiště a podložních hornin.

Z ekonomických důvodů není nutné všechny vrty zahloubat až do podloží. Je nutné vybrat několik reprezentativních vrtů, které se zahloubá min. 2 m - 3 m do podloží. Tyto vrty je vhodné zapažen a využít jako trvalé monitorovací objekty. Na základě výsledků geologického průzkumu a monitoringu se navrhne samotný technický způsob sanace. Pokud se vrty nepodaří narazit na hladinu podzemní vody, pokládáme podloží úložiště za nezvodněné, když nezvodněný vrt nebo vrty měl hloubku alespoň 30 m. [3]



Obrázek 7 Příklad inženýrskogeologického profilu [3]

4.8 Úpravy povrchu tělesa úložiště

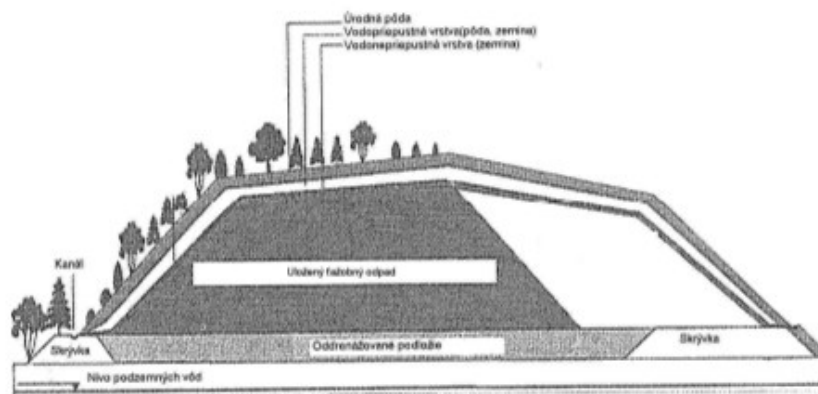
4.8.1 Technická etapa

Konečné utlumení nežádoucích procesů v tělese úložiště se dosáhne jeho zaizolováním, odvedením povrchových a srážkových vod a provedením biologické rekultivace (přesun zemin, ukládání, rozprostírání, hutnění s přednostním využitím odstraněné ornice). Zatěsnění a zaizolování tělesa odkaliště brání kontaktu odpadů s nebezpečnými vlastnostmi, resp. s potenciálem tvorby kyselin (zásad) s vnějším prostředím a tím i podmínek směřujícím k oxidaci nebo samovznícení organických složek odvalu. Obecně platí, že nízký odval rozprostřen na velké ploše je odolnější vůči oxidaci než vysoké kuželovité odvaly se stejným objemem hmoty. V případě jejich ukládání v horních vrstvách nebo na povrchu odvalu nebo odkaliště bude technologie rekultivace náročnější. Přednostně je třeba projektovat selektivní ukládání, nebezpečný odpad má ukládat v nejnižších vrstvách odvalu, pokud je to technologicky možné. Takto uložený odpad nepříjde do kontaktu s úrodnými vrstvami a nebude ovlivňovat rostlinné a živočišné společenství. Odpad, který není inertní, nemá přijít do kontaktu s průsakovými kapalinami a podzemní vodou. Toxický materiál se pokrývá neutrálním materiálem a v případě potřeby se odval překrývá vodo-nepropustná materiály. Konečné uzavření povrchu tělesa úložiště v rámci rekultivace je velmi náročná činnost. Navezen materiál dlouhodobě pracuje - může se mačkat nebo jinak deformovat. S těmito procesy se musí počítat. Těsnicí systém musí být těsný proti průsakům vody (povrchové vody, jakož i průsakových kapalin), dlouhodobě odolný proti možným fyzikálním a chemickým vlivům, exogenním vlivům a schopný překonávat předpokládané deformace tělesa úložiště. Těsnicí vrstva se

podle potřeby doplní dalšími technologickými vrstvami, a to drenážní, oddělovací, ochrannou nebo výztužnou. [3]

4.8.2 Biotechnická etapa

Po uzavření a v případě potřeby utěsnění tělesa úložiště nastupuje Biotechnická etapa, která má za úkol oživit a stabilizovat rekultivované území zelení. Technické možnosti rekultivace odvalu pevné horniny jsou podmíněny tvarem, umístěním, velikostí a výškou úložiště. Nejjednodušší řešení je úložiště překrýt úrodnou půdou (odstraněna a uložena půda před budováním odvalu). Úrodné půdy je většinou nedostatek, proto se provádějí složitější řešení, jako například úprava fyzikálních a chemických vlastností půd (kyselost, struktura), hnojení a dodávání živin do půdy, agrotechnické opatření. V případě nízkého pH (méně než 4,5) je třeba zvýšit pH na hodnoty přibližně 6,0. Svahy odvalu (etáží) je třeba chránit protierozní opatřeními. Biologická rekultivace závisí na mineralogického složení uloženého materiálu. Pro zemědělské kultury jsou vhodné nízké odvaly s odpovídající kvalitou uloženého materiálu (podíl soudržných zemin a humusu). Středně vysoké a nízké odvaly s kyselými půdami jsou nejčastěji zalesněné. Vysadí se stromy, na ostatních plochách může začít speciální osevní cyklus, který má zúrodnit půdu. Obvyklý způsob provádění zemědělské rekultivace spočívá v navezení a rozprostření organické hmoty, následuje orba, vláčení, smykování, setba přípravných plodin, jejich zaorání, hnojení a následuje již pěstování cílových plodin nebo zatravnění. V důsledku zhoršených hydro-pedologických podmínek je v srážkově deficitních obdobích potřebné zavlažování založených rostlinných kultur. Velmi často je používána chemická příprava půdy před vlastním zatravněním či zalesňováním, pokud jsou plochy intenzivně zarostlé ruderalních vegetací. K jejímu odstranění se používají chemické postřiky. [3]



Obrázek 8 Schematický příklad rekultivace úložiště [4]

4.9 Přehled používaných sanačních a rekultivačních opatření

Těžební odpady jsou obecně tvořeny různorodými materiály v závislosti na druhu těžených surovin a geologických poměrů na ložisku. Část odpadů nepředstavuje bezprostřední nebo potenciální riziko pro okolí. Za nebezpečné odpady (kategorie A) se považují odpad z těžby kovů (mobilní kovy, rozpuštěné a suspendované formy), zvláště z těžby siřníkové rudy (tvorba kyselých důlních vod a mobilizace prvků) a zlata (kyanidové technologie úpravy, mobilizace kovů). [4]

Jako efektivní nástroj na aplikaci nejlepších dostupných technik (Best Available Techniques – BAT) pro eliminaci nebo omezení poškozování prostředí a zdraví byl vypracovaný Referenční dokument na aplikaci nejlepších dostupných technik (BAT) pro nakládání s hlutinou a odpady při hornické činnosti. [5]

4.10 Uzávěrka úložišť obsahujících nereaktivní hlušiny z těžby a úpravy

Při uzavěrce odkališť a odvalů obsahujících inertní těžební odpad musí být vyřešeny tyto problémy:

- dlouhodobá fyzikální stabilita,
- úprava terénu a ozelenění,
- prevence eroze a prašnosti.

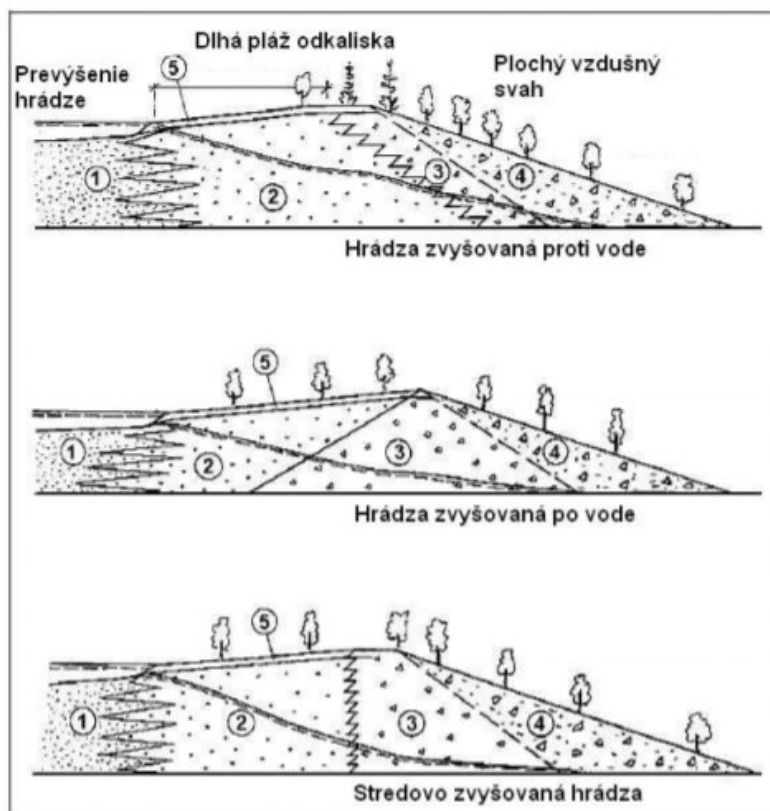
Hladina podzemní vody se technickými opatřeními udržuje pod povrchem uloženého odpadu prostřednictvím přepadu tak, aby se zabránilo porušení paty hráze.

Těleso úložiště odpadu se překryje zeminami s vyhovujícími parametry, je zatravněné a jsou vysázeny keře a stromy.

4.11 Odkaliště s vodním porostem

Hráz odkaliště musí dosahovat předepsaný stupeň bezpečnosti nejen během provozního období, ale i po uzavření. Podle zkušeností vzdušné svahy hrází navrženy na trvalé zadržování vody se sklonem menším než 1: 3 jsou v evropských podmínkách mírného pásma dlouhodobě stabilní z hlediska vodní a větrné eroze, promrzání, zvětrávání. Rovněž podporují růst vegetace, což snižuje vlivy pomalých degradačních procesů. Délka pláže (vzdálenost od okraje trvalé vodní plochy ke koruně hráze) má být co největší. Důvodem je zlepšení stability svahu a snížení rizika sufózi v důsledku snížení gradientu hladiny a ploššího průběhu proudnic. Tato plocha se při uzavěrci překryje nepropustnou vrstvou materiálu k zabránění infiltrace srážkových vod, provzdušňování a zvětrávání.

Vypouštěcí kapacita by měla být 2,5krát větší, než nejvyšší kdykoliv v minulosti zaznamenaný průtok (např. stoletá voda). Pokud je realizováno trvalé řešení s vodním porostem, výpusť musí mít dlouhodobou stabilitu a měl by být vybudován jako přepad v přirozené hornině, ne v hrázi. V tělese hráze a pod patou hráze je třeba navrhnout drenážní prvky k zamezení sufózních jevů. Bezpečnostní faktor pro dlouhodobou stabilitu má být 1,5. Při vodním pokryvu má být úhel hydraulického gradientu v tělese hráze nižší o 50 % než úhel vnitřního tření materiálu, ze kterého je hráz vybudovaná. Dimenzování šířky volného břehu (pláže) a protierozní ochrana břehů a svahů musí zohledňovat převládající větry vyvolávající vlnění. [3]

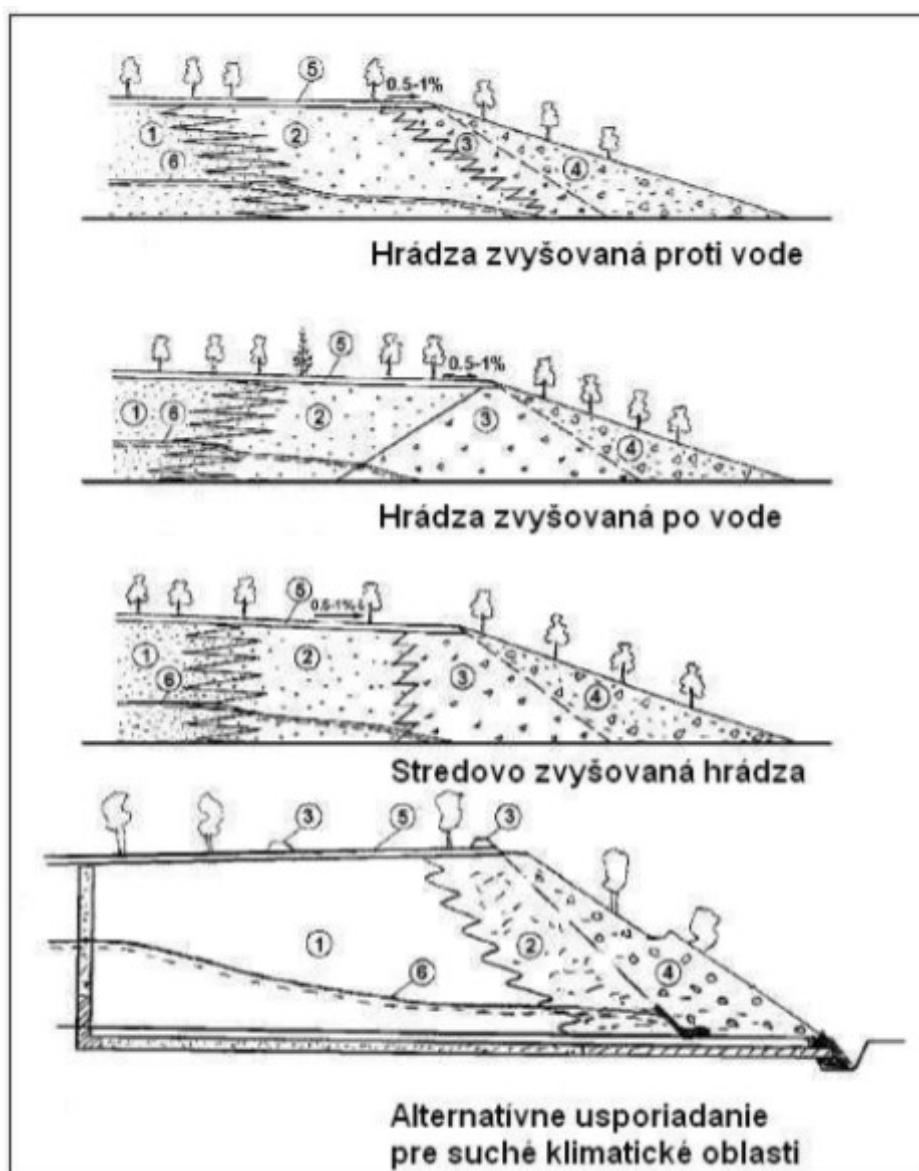


Obrázek 9 Hráz pro permanentní vodní pokryv [4]

Pozn.: 1. Jemnozrnná hlušina z úpravy (sedimentovaného kal), 2. Hrubozrnná hlušina z úpravy, 3. Nadvyšovací hráz, 4. Stabilizační násyp, 5. Nepropustný povrch a protierozní ochrana

4.12 Odvodnění odkaliště a odvaly

Snížení hladiny podzemní vody po uzavření odkaliště zvýší stabilitu svahů a sníží riziko sufózních jevů. Vzdušné svahy hrází se upraví tak, aby byl zajištěn dostatečný stupeň bezpečnosti pro dlouhodobou stabilitu a seizmické zatížení. Odvedení průsaků musí být zabezpečené adekvátní drenáží. Musí být provedena opatření k zachycení a bezpečné odvedení vod z povrchového odtoku, aby se zabránilo erozním jevům. Hráz musí být dlouhodobě stabilní proti procesům pomalé degradace. V případě, že materiál úložiště má kyselinotvorný potenciál, je potřebný vhodný povrch k zabránění nebo zpomalení infiltrace vod a difuze vzdušného kyslíku. [3]



Obrázek 10 Hráz pro odvodněné odkaliště [4]

Pozn: 1. Jemnozrnná hlušina, 2. Hrubozrnná hlušina, 3. Nadvyšovací hráz, 4. Stabilizační část pro zajištění dlouhodobé stability, 5. Nepropustný povrch a protierozní ochrana, 6. Piezometrická výška hladiny podzemní vody

4.13 Nakládání s vodami a průsakových kapalinami

4.13.1 Vodní bilance

Vypracování vodní bilance je důležité pro návrh činnosti po uzavření odkaliště. Při uzavírání musí být vyhodnocena vodní bilance pro provedení plánu uzavření a pro hodnocení elementárního hmotnostního zatížení z odkaliště. [3]

Vodní bilance odkaliště zahrnuje především tyto složky:

- srážky,
- povrchový odtok,
- odtok provozní vody,
- recyklovanou provozní vodu,
- výpar,
- odtok do povrchových toků,
- průsak hrází a pod hrází.

Z vodní bilance může být odhadem vypočítané proudění z odkaliště nebo odvalu do podzemních vod. Některé parametry nelze exaktně změřit, a proto musí být odhadnuto. [3]

5 ZÁVĚR

Těžební průmysl zaujímá zvláštní postavení, protože svojí činností zabezpečuje suroviny pro ostatní průmyslová odvětví. Tedy v tom řetězci průmyslových odvětví se nachází na samém začátku. Podobné zvláštní postavení z hlediska průmyslových odvětví má pouze hutnictví tedy hutnická prvovýroba, která je na druhém místě v tom řetězci. Význam těžebního průmyslu se posuzuje ze dvou základních hledisek:

- ekonomického – tedy jeho podílu na tvorbě hrubého domácího produktu,
- národohospodářského.

Žádné odvětví těžebního průmyslu nelze charakterizovat jen z hlediska ekonomických vstupů a výstupů, protože těžební průmysl vyžaduje značné investiční vstupy a produkuje výstupy s velmi nízkou přidanou hodnotou (ne-li 0 přidanou hodnotou). Slouží především jako podpůrný typ průmyslu pro ostatní navazující průmyslová odvětví.

Zvyšovat ekonomickou bilanci lze pouze zásadní restrukturalizací samotného procesu výroby, což je v ostrém kontrastu s důlně technickými podmínkami a požadavky na bezpečnost práce. Podíl hodnoty těžby nerostných surovin je v jednotlivých zemích v poměru k hrubému domácímu produktu velmi nízký. V celosvětovém měřítku tento poměr dosahuje přibližně 5 %. V jednotlivých evropských zemích se tento podíl hodnoty projevuje různě a je závislý od hodnoty těžby v dané zemi a struktury výrobních odvětví.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Interní dokumentace OKD, a.s. - Popis úpravny uhlí Darkov
- [2] Jurkovič, Ľ. a kol. : Návrh metodického postupu pro komplexní audit odkališť obsahujících odpad po těžbě a úpravě nerostných surovin. Bratislava: Přírodovědecká fakulta UK v Bratislavě, Spišská Nová Ves: EL, spol. s r. o., 2012.
- [3] LAPČÍK, Vladimír. Oceňování antropogenních vlivů na životní prostředí. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 1996, 128 s. ISBN 8070783168.
- [4] Cehlár, M. – Mihók, J. – Engel, J. – Rybár, R., 2005: Povrchové dobývanie. Edičné stredisko/AMS F BERG Technickej univerzity v Košiciach.
- Ed. EXPO, 2004: Reference Document on Best available Techniques for Management of Tailings and Waste_Rock in Mining Activities. EC Directorate-General JRC Sevilla.
- [5] Jurkovič, Ľ. a kol. : Návrh metodického postupu pro komplexní audit odkališť obsahujících odpad po těžbě a úpravě nerostných surovin. Bratislava: Přírodovědecká fakulta UK v Bratislavě, Spišská Nová Ves: EL, spol. s r. o., 2012.
- [6] Vyhláška č. 428/2009 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o nakládání s těžebním odpadem, [on-line], [cit.20]. Dostupné na: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-428>
- [7] Registr rizikových úložných míst těžebního odpadu. Profi-Press [online]. 2016 [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://odpady-online.cz/registr-rizikovych-uloznych-mist-tezebniho-odpadu/>
- [8] Dokumentace inženýrskogeologických vrtů [online]. In: . [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/CviceniInzenyrskaGeologie/KAPITOLY/11_Dokumentace%20ig%20vrtu/11%20kap%20vrtu_v13ma.htm

SEZNAM ZKRATEK

BAT – Best Available Techniques

HVO – horizontálně vibrační odstředivka

IS EZ – Informační systém enviromentálních zátěží

OKD – Ostravsko Karvinské doly a.s

PDN – pomocná dočišťovací nádrž

REZ – Registr environmentálních zátěží

SEZNAM OBRÁZKŮ

- [1] Interní dokumentace OKD, a. s. – popis úpravny Darkov
- [2] Registr rizikových úložných míst těžebního odpadu. Profi-Press [online]. 2016 [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: <http://odpady-online.cz/registr-rizikovych-uloznych-mist-tezebnihodpadu/>
- [3] Dokumentace inženýrskogeologických vrtů [online]. In: . [cit. 2017-04-24]. Dostupné z: [http:// geologie. vsb. cz/ CviceniInzenyrskaGeologie/ KAPITOLY /11_Dokumentace%20ig%20vrtu /11%20kap%20vrty_v13ma.htm](http://geologie.vsb.cz/CviceniInzenyrskaGeologie/KAPITOLY/11_Dokumentace%20ig%20vrtu/11%20kap%20vrty_v13ma.htm)
- [4] LAPČÍK, Vladimír. Oceňování antropogenních vlivů na životní prostředí. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 1996, 128 s. ISBN 80-7078-31-68

SEZNAM TABULEK

[1] Interní dokumentace OKD, a. s. – popis úpravny Darkov

PŘÍLOHA 1: UMÍSTĚNÍ DOLU